ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1937.

PRÉSIDENCE DE M. EMMANUEL LECLAINCHE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la viscosité des solutions de bile.* Note [1] de MM. **Charles Achard**, **Augustin Boutaric** et M[lle] **Paulette Berthier**.

Nos expériences ont porté sur de la bile de bœuf centrifugée pendant 30 minutes, à 6000 tours par minute, de manière à obtenir un liquide parfaitement homogène et limpide. Nous avons mesuré à l'aide du viscosimètre d'Oswald la viscosité relative η/η_0 à 26° de dilutions croissantes de bile dans l'eau.

Le tableau suivant donne, pour diverses teneurs v en bile par centimètre cube de solution, les viscosités η/η_0 et les expressions $1/v \operatorname{Log}_e \eta/\eta_0$ relatives à trois échantillons de bile, A_1, A_2 et A_3, ayant pour densité à 26°

$$d_1 = 1{,}016, \quad d_2 = 1{,}018, \quad d_3 = 1{,}020.$$

	A_1.		A_2.		A_3.	
v.	$\frac{\eta}{\eta_0}$.	$\frac{1}{v} \operatorname{Log}_e \frac{\eta}{\eta_0}$.	$\frac{\eta}{\eta_0}$.	$\frac{1}{v} \operatorname{Log}_e \frac{\eta}{\eta_0}$.	$\frac{\eta}{\eta_0}$.	$\frac{1}{v} \operatorname{Log}_e \frac{\eta}{\eta_0}$.
1	1,452	0,373	1,547	0,435	1,595	0,467
0,75	1,309	0,352	1,372	0,430	1,415	0,462
0,5	1,190	0,347	1,232	0,416	1,254	0,453
0,375	1,138	0,343	1,154	0,389	1,180	0,442
0,25	1,088	0,336	1,102	0,386	1,116	0,439
0,20	1,067	0,324	1,078	0,375	1,091	0,435
0,10	1,036	0,320	1,037	0,368	1,044	0,430
0,05	1,016	0,317	1,018	0,356	1,021	0,416

(1) Séance du 31 mars 1937.

En portant sur un graphique les valeurs de $1/v \, \mathrm{Log}_e \, \eta/\eta_0$ en fonction de v, on constate que les points se placent dans tous les cas sur une droite, en sorte que l'on a

$$\frac{1}{v} \mathrm{Log}_e \frac{\eta}{\eta_0} = a + bv,$$

c'est-à-dire

(1) $$\mathrm{Log}_e \frac{\eta}{\eta_0} = av + bv^2.$$

En désignant par c_0 la concentration de la bile en matières dissoutes (obtenue par évaporation et pesée du résidu sec), la concentration c des diverses solutions étudiées est

$$c = c_0 v.$$

Introduisant la valeur de c, l'équation (1) s'écrit

(2) $$\mathrm{Log}_e \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{a}{c_0} c + \frac{b}{c_0^2} c^2.$$

Pour de très faibles concentrations $\log_e \eta/\eta_0$, c'est-à-dire

$$\mathrm{Log}_e \left(1 + \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}\right),$$

tend vers $(\eta - \eta)/\eta_0$, en sorte que l'on a

(3) $$\lim \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \frac{a}{c_0} c.$$

On peut avoir une idée approximative du gonflement moyen des substances dissoutes intervenant dans la bile, en utilisant la formule d'Einstein reliant la viscosité d'une suspension au volume φ occupé par les particules contenues dans l'unité de volume

(4) $$\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = 2,5\varphi.$$

Comparant les relations (3) et (4) on obtient

(5) $$\varphi = \frac{1}{2,5} \frac{a}{c_0} c.$$

En désignant par φ_0 le volume occupé par la matière à l'état sec et par δ sa densité on a

(6) $$\varphi_0 = \frac{c}{\delta}$$

divisant membre à membre les équations (5) et (6) on obtient

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{a\delta}{2,5\,c_0}. \tag{7}$$

En utilisant, pour relier la viscosité d'une suspension au volume φ occupé par les particules contenues dans l'unité de volume, la formule de Kunitz qui, d'après certains auteurs, s'accorderait mieux avec les faits et qui pour des solutions très diluées fournit

$$\lim \frac{\eta}{\eta_0} = 1 + 4,5\,\varphi,$$

la relation (7) devient alors

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{a\delta}{4,5\,c_0}, \tag{7 bis}$$

La valeur de δ a été calculée à partir de la densité de la solution de bile et du poids du résidu sec fourni par 1^{cm^3} de solution.

Voici pour les trois échantillons de bile étudiés les valeurs de δ et les valeurs correspondantes de φ/φ_0 obtenues à partir de la formule d'Einstein et à partir de la formule de Kunitz :

Échantillons.	δ.	φ/φ_0 (Einstein).	φ/φ_0 (Kunitz).
A_1	1,378	2,38	1,31
A_2	1,361	2,39	1,31
A_3	1,375	2,55	1,39

Les mesures faites conduisent ainsi à penser que dans la bile, considérée habituellement comme une solution de colloïdes hydrophiles, le gonflement moyen par le solvant des substances dissoutes est relativement faible, oscillant entre 2,55 et 1,31 suivant qu'on admet pour relier le gonflement à la viscosité la formule d'Einstein ou celle de Kunitz.

CORRESPONDANCE.

M. **Émilio Damour** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes dans la Division des Académiciens libres.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *La méthode des analogies électriques pour le calcul des corrections de parois.* Note de M. **Lucien Malavard**, présentée par M. Henri Villat.

J'ai adapté mon calculateur d'ailes ([1]) à la détermination des corrections de parois en soufflerie et je résume ici quelques remarques à ce sujet.

L'appareil donne l'image électrique des tourbillons libres de l'aile. Pour représenter une aile dans une veine de soufflerie, il suffit donc de limiter le bassin électrique suivant la forme de la veine. Cela se fait bien aisément en introduisant dans le bassin des cloisons de forme convenable, conductrices ou isolantes suivant qu'il s'agit d'une veine libre ou fermée. La solution est théoriquement parfaite, elle n'implique pas les approximations que l'on fait le plus souvent pour le calcul des corrections (par exemple que la répartition des circulations est sensiblement la même en fluide indéfini ou en veine limitée) elle permet donc de les vérifier. Le calculateur d'ailes, où les $\bar{\varphi}$ et les R sont réglés aux valeurs imposées par la définition géométrique de l'aile, assure en effet la relation fondamentale entre la circulation et l'angle d'attaque effectif dans chaque section de l'aile. Il détermine donc la répartition des circulations, aussi bien dans le cas de la veine limitée que dans le cas de la veine libre.

Les formules que j'ai données pour calculer, en fonction des potentiels φ des diverses électrodes, la répartition des efforts sur l'aile continuent à s'appliquer et l'on en tire sans peine les valeurs des corrections de parois.

Nous ne donnerons ici les formules que dans un cas notable qu'il est intéressant de caractériser. Comparons une même aile placée, à la même incidence, dans un courant illimité et limité. La relation fondamentale, satisfaite dans chaque section et qui détermine la répartition des circulations, s'écrira respectivement

$$\Gamma = ktV\left(\alpha - \frac{w}{V}\right), \tag{1}$$

$$\Gamma' = ktV\left(\alpha - \frac{w'}{V} - \frac{w'_1}{V}\right), \tag{2}$$

([1]) Cf. *a. Application des analogies électriques à quelques problèmes de l'Hydrodynamique* (*Publications sc. et tech. du Ministère de l'Air*, 57, 1932) et *b. Application de la méthode électrique à quelques questions concernant l'aile portante* (*La Science aérienne*, 6, nov.-déc. 1936, p. 360). Nous gardons dans la présente Note les notations de ces deux Mémoires.

t profondeur de la section considérée, α angle d'attaque géométrique, Γ circulation, w vitesse auto-induite, les accents concernant le cas de la veine limitée, enfin w'_1 étant la vitesse induite due aux parois. Les équations (1) et (2) dans lesquelles les fonctions inconnues sont respectivement Γ et Γ' (qui interviennent aussi, sous un signe partie principale d'intégrale, dans les vitesses induites) sont exactement de même forme, α étant remplacé dans (2) par $\alpha - w'_1/V$. Soit le cas d'une aile sans décalage (α constant le long de l'envergure) et où de plus w'_1/V est également constant suivant l'envergure (c'est très sensiblement le cas pour les conditions usuelles des essais de maquettes en soufflerie). Il est clair alors que Γ'/Γ sera également constant suivant l'envergure. Or, dans l'essai au calculateur d'ailes, les circulations sont déterminées par les potentiels φ (φ' en veine limitée) des électrodes. Le rapport φ'/φ sera constant. C'est ce que j'ai pu vérifier dans de nombreuses expériences concernant les cas usuels. Se reportant aux formules qui donnent (*loc. cit.*, *a*, p. 49; *b*, p. 360) les coefficients de portance et de traînée c_P et c_R, on constate que les corrections sur l'angle d'attaque et sur la traînée permettant de passer, *à un même* c_P, du cas de la veine limitée au cas de l'air libre sont :

$$\Delta\alpha = \frac{H}{1+H}\rho c_P, \qquad \Delta c_R = \frac{H}{1+H}\rho c_P^2$$

avec

$$H = \frac{\varphi' - \varphi}{\varphi} \quad \text{et} \quad \rho = \frac{2b}{\lambda\mu} : \int_{-1}^{+1} \varphi \, du \quad \left(\mu = \frac{\max.\, kt}{100}\right).$$

Ces formules ont un aspect assez différent de celles auxquelles conduit le calcul numérique; j'ai pu constater par de nombreux essais que l'accord était très satisfaisant.

Les résultats détaillés seront donnés ailleurs, je me borne ici à quelques remarques. Le calcul direct de la correction donne, quand il est accessible, une précision quasi illimitée qu'il ne faut pas demander à la méthode électrique. Mais cette dernière méthode donne sans peine la précision pratiquement nécessaire; elle a l'avantage d'être très rapide et absolument générale, quelle que soit la forme de la veine et les caractéristiques de l'aile étudiée.

Pour l'étude de certaines questions théoriques sur lesquelles nous reviendrons, nous utilisons une méthode mixte dont voici le principe. Le calcul des corrections de parois se fait en deux temps : on détermine d'abord la répartition des vitesses induites par les parois, puis on a à calculer l'effet de ces vitesses induites sur la répartition des circulations. Le calculateur

d'ailes supplée avec avantage à ce second calcul qui est le plus délicat : on a une aile avec les angles d'attaque géométriques w'_1/V (calculés). La détermination de la correction ne dépend plus de la mesure de différences relativement faibles $\varphi'-\varphi$ et l'on a, sur le terme correctif ainsi isolé, la précision même, qui dépasse largement le centième, que donne la méthode électrique dans le calcul d'une aile.

MÉCANIQUE PRATIQUE. — *Sur la théorie de l'équilibre des terres de M. Caquot.* Note de M. **Etienne Kondor**, présentée par M. Albert Caquot.

M. Caquot a développé une théorie de la transmission dans les terres d'une contrainte constante appliquée à la surface libre d'un massif à frottement interne [1]. Il nous paraît nécessaire d'y préciser une importante question de signe.

L'équilibre de M. Caquot est défini par une courbe conjuguée aux rayons vecteurs, constituée par un arc d'ellipse $\overset{\frown}{DN}$, puis par un arc de spirale logarithmique $\overset{\frown}{NS}$; ces deux arcs se raccordent en étant tangents.

D'après la formule

$$r = \overline{OM}\,\frac{\overline{AN}^2}{\overline{AS}^2},$$

$\overset{\frown}{NS}$ doit s'écarter du centre A, contrairement à la figure 14 de M. Caquot. $\overset{\frown}{DN}$ doit donc contenir un sommet de l'ellipse si la tangente $\overrightarrow{qD}$ à l'ellipse se rapproche de A.

Par suite, dans le cercle de Mohr (*fig.* 15), F doit être situé du côté du diamètre OG où est M si $\overrightarrow{qD}$ s'éloigne de A, de l'autre côté si $\overrightarrow{qD}$ s'en rapproche.

Il en résulte que, dans les formules de M. Caquot, il faut orienter l'angle α en sorte que $\alpha = +\pi/2$ pour q en A; et il faut donner à γ le signe de α. Par exemple, sur la figure 14, α est négatif, γ est négatif.

Ainsi, dans l'exemple calculé par M. Caquot, pages 62-64, il vient $\alpha = -20°$, $\gamma = -30°,30$, δ sensiblement nul; le plan du mur coincide à

---

[1] Voir A. Caquot, *Équilibre des massifs à frottement interne*, Paris, 1934, Chap. VI, p. 31-33. Les notations de la présente Note sont celles des figures 14 et 15.

peu près avec le plan de plus grand glissement; on est approximativement à la limite de l'équilibre de Rankine et $r = 1,11$ et non 0,666.

D'autres exemples montrent que la théorie ingénieuse de la spirale logarithmique améliore en général peu l'équilibre de Résal d'un massif de terres maintenu par un mur de soutènement. Par contre les beaux résultats de M. Caquot concernant les fondations ne sont pas affectés par notre remarque.

Indiquons encore les formules à employer dans le cas de l'équilibre limite supérieur; α et γ étant compris entre $-\pi/2$ et $+\pi/2$ et ayant les signes précisés ci-dessus, on a

$$\delta = \frac{2\theta + \alpha - \gamma + \varphi}{2} - \frac{\pi}{4}, \qquad r = \frac{q \cos\varphi}{\cos\alpha - \sin\varphi \cos\gamma} e^{2\delta \operatorname{tang} \varphi}.$$

ASTROPHYSIQUE. — *Spectre de Nova Lacertæ* 1936, *peu après le maximum d'éclat.* Note de Mlle **Marie Bloch**, transmise par M. Charles Fabry.

Du 23 juin au 20 octobre 1936 une trentaine de clichés de spectres de la Nova ont été obtenus à l'Observatoire de Lyon avec deux prismes objectifs donnant respectivement une dispersion moyenne de 48 Å et 110Å par millimètre entre $H\gamma$ et $H\zeta$. Ils montrent une évolution rapide de la Nova. Cette Note résume les résultats déduits des premières observations, soit de 6 spectres, dont 4 pris le 23 et 2 le 24 juin, 3 et 4 jours après le maximum d'éclat de la Nova. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un microphotomètre de Moll.

Ce spectre présente un aspect assez différent de celui des autres novæ et notamment celui de Nova Herculis étudié précédemment [1].

1° On y voit les raies du calcium et du sodium interstellaires, peu intenses.

2° Les raies d'émission sont très larges. Elles se présentent sous forme de bandes assez étendues avec, sauf pour H_α et H_β, une dépression centrale et deux maxima d'à peu près même intensité. Les déplacements moyens de ces maxima, par rapport aux raies interstellaires, sont respectivement égaux à $d\lambda/\lambda . 10^4 = -5$ et $+42$ qui correspondent à des vitesses radiales de -150 km/sec et $+1250$ km/sec.

3° Alors que chez Nova Herculis une fine raie d'absorption bordait, du

---

[1] *Annales de l'Université de Lyon*, 3e série, section A, 1, 1936, p. 119.

côté violet, chaque raie d'émission, Nova Lacertæ montre de larges bandes d'absorption, déplacées vers le violet, très fortes et d'une structure assez complexe avec trois maxima d'absorption distincts dont le plus intense est le plus déplacé vers le violet. Leurs déplacements moyens correspondent respectivement à des vitesses radiales de — 3000 km/sec, — 2300 km/sec et — 1800 km/sec.

4° Tandis que dans le spectre de Nova Herculis les raies d'émission de O II et de N II avaient succédé à celles des métaux ionisés, on les observe toutes simultanément très brillantes dans celui de Nova Lacertæ.

La superposition de nombreuses raies est rendue encore plus fréquente par leur dédoublement. On identifie cependant avec certitude les éléments suivants :

H I visible de H_α à H_η, qui donne les raies les plus intenses du spectre, particulièrement H_α.

O II dont toutes les principales raies sont visibles, et caractérisé surtout par 4706, 4591, 4351-4349, 4153 et le groupe 4079-4076-4072-4069.

N II dont toutes les fortes raies sont présentes, et principalement 5005, 4631, 4602, 4447, 4241, 3995.

Ca II [H] et [K] sont assez intenses.

Na I la raie D est forte.

He I caractérisé par 4713, 4472, 4388, 4026.

Fe II avec toutes ses raies très intenses, et particulièrement 5018, 4924, 4584, 4508, 4233.

Fe I 3878, 3825, 3816, 3795, 3787, 3764.

Ti II très intense, avec principalement 4549, 4534, 4501, 3913, 3900, 3761-3759.

Sc II caractérisé par 4400, 4374, 4347, 4325, 4314.

Sr II 4215, 4077.

Si II 4131, 4128, 3856-3854.

Ba II 4934, 4554, 4131, 3892.

Y II 4884, 4310, 3774.

Il est probable que d'autres raies, moins intenses, appartiennent à

C I 5052, 5039, 4766, 4762.

O I 6456, 6046, 3947.

Par contre, on ne voit pas les trois raies interdites de [O I] 5577, 6300 et 6363, qui étaient apparues dans le spectre de Nova Herculis peu après le maximum.

ATOMISTIQUE. — *Sur une expression de la densité électrique moyenne d'un atome complexe*. Note de M. **Georges Allard**, présentée par M. Paul Langevin.

La théorie des valences dirigées de Slater et Pauling est basée sur l'emploi de fonctions d'onde monoélectroniques se présentant comme le produit d'une fonction de la distance par une combinaison linéaire convenable de fonctions sphériques. Malgré des simplifications qui auraient pu nuire à la rigueur, la théorie aboutit à des résultats remarquablement exacts puisqu'elle fournit, entre autres, la configuration tétraédrique du carbone et les configurations carrée et octaédrique des ions complexes platineux et platiniques. Comme ces résultats proviennent uniquement de l'emploi des fonctions sphériques, je me suis demandé s'il n'était pas possible de trouver quelque grandeur qui, pour un atome complexe, soit rigoureusement représentable par une combinaison linéaire de telles fonctions sphériques, ce qui permettrait d'espérer une généralisation de la théorie.

Considérons un atome, comportant n électrons, dont la fonction d'onde soit $\psi(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, x_1 représentant à la fois les trois coordonnées d'espace et la coordonnée de spin d'un électron. Conformément au principe de Pauli, nous supposerons que ψ est antisymétrique; le produit $\psi^*\psi$ sera alors symétrique et nous pourrons écrire, pour la densité électronique totale au point x,

$$\rho = ne\int \psi^*\psi(x, x_2, \ldots, x_n)\, d\tau_2 \ldots d\tau_n.$$

Le signe $\int$ signifie l'intégration sur les coordonnées d'espace de tous les électrons sauf un et la sommation sur les coordonnées de spin de tous les électrons.

Si l'atome est dans un état correspondant à la représentation irréductible D_j du groupe des rotations, il existe $2j+1$ fonctions φ_i telles que, s représentant une rotation quelconque, on ait

$$s\varphi_i = \sum_m S_{im}\varphi_m.$$

D'autre part

$$\psi = \sum_i a_i \varphi_i,$$

les a_i n'étant astreints qu'à la condition de normalisation $\sum_i a_i^* a_i = 1$.

On en déduit

$$\rho = ne \sum_{i,k} a_i^* a_k \int \varphi_i^* \varphi_k \, d\tau_2 \ldots d\tau_n.$$

Posant

$$\Phi_{ik} = \int \varphi_i^* \varphi_k \, d\tau_2 \ldots d\tau_n,$$

on vérifie facilement que

$$s\Phi_{ik} = \sum_{l,m} S_{il}^* S_{km} \Phi_{lm}.$$

Les fonctions Φ_{ik} sont en nombre $(2j+1)^2$; elles ne sont pas nécessairement indépendantes, mais il en existe certainement un nombre p qui le soient, et dont les autres sont des combinaisons linéaires. On peut aussi former, avec elles, p combinaisons linéairement indépendantes f_α constituant p fonctions orthogonales et normales. Nous écrirons

$$f_\alpha = \sum_{i,k} b_{\alpha ik} \Phi_{ik},$$

certains des coefficients $b_{\alpha ik}$ étant nuls. En résolvant ces p équations, on exprimera celles des fonctions Φ_{ik} qui sont indépendantes sous forme de combinaisons linéaires des f_α et par suite aussi toutes les autres.

$$\Phi_{ik} = \sum_\alpha c_{\alpha ik} f_\alpha.$$

On en tire, les $F_{\alpha\beta}$ étant des coefficients convenables,

$$s f_\alpha = \sum_\beta F_{\alpha\beta} f_\beta.$$

Les p fonctions orthogonales et normales f_α peuvent donc servir de base à une représentation à p dimensions du groupe des rotations, que l'on pourra décomposer en ses éléments irréductibles. Or, ces fonctions ne dépendent que des coordonnées d'un seul point, ce sont donc nécessairement des fonctions sphériques. Les f_α encadrant une représentation à p dimensions, on est assuré que les f_α, et par suite les Φ_{ik} et ρ sont développables sous forme d'une combinaison linéaire ayant un nombre *fini* de termes, de fonctions sphériques. Les coefficients dépendent naturellement de r et sont en quelque mesure arbitraires puisqu'ils dépendent des a_i.

PIÉZOÉLECTRICITÉ. — *Vibrations des lames de quartz taillées dans divers plans autour de l'axe optique du cristal.* Note [1] de MM. **Ny Tsi-Zé** et **Shang Keng-Yi**, transmise par M. Charles Fabry.

Une lame de quartz piézoélectrique est taillée d'ordinaire à la Curie, perpendiculairement à un axe électrique. Dans la pratique, on utilise parfois des lames taillées perpendiculairement à la bissectrice des deux axes électriques qui présentent des vibrations de cisaillement. Les normales aux plans suivant lesquels on taille ces deux types de lames font un angle de 30°. A. de Gramont a étudié des lames taillées suivant divers plans autour de l'axe optique formant intermédiaires entre ces deux types, mais il n'a retenu que les oscillations qui sont excitées dans le cristal avec le minimum de tension. Il nous a paru intéressant d'en faire une étude systématique et de suivre les variations des régimes vibratoires en fonction de l'angle de la normale au plan de la taille avec l'axe électrique.

Pour cela nous avons préparé un certain nombre de lames correspondant à des inclinaisons de la normale au plan de la taille de 0, 5, 10, 15, 20, 25 et 30° par rapport à l'axe électrique. Pour chacun de ces angles nous avons constitué quatre séries de lames carrées de $19^{mm},5$ de côté, dont les épaisseurs étaient de $2^{mm},5$; $3^{mm},0$; $4^{mm},5$ et $5^{mm},0$.

Le circuit de Pierce était généralement utilisé dans nos expériences; mais un circuit faiblement régénératif était aussi utilisé pour étendre l'intervalle à l'intérieur duquel il est possible de mettre la lame en vibration.

Nos mesures sont résumées sur la figure par les cinq courbes dont les ordonnées représentent les moyennes des fréquences de quatre échantillons rapportées à une longueur de 1^{mm}.

Les courbes I-III mettent en évidence trois modes différents d'oscillation dans la direction de l'épaisseur qui ont été observés par A. de Gramont :

Le régime vibratoire de la taille Curie s'étend jusqu'à 20° avec une fréquence légèrement croissante.

Entre 5° et 25° un régime intermédiaire s'établit : l'oscillation est très violente et peu stable. La fréquence fondamentale par millimètre varie de 2570 à 2260 kilocycles par seconde.

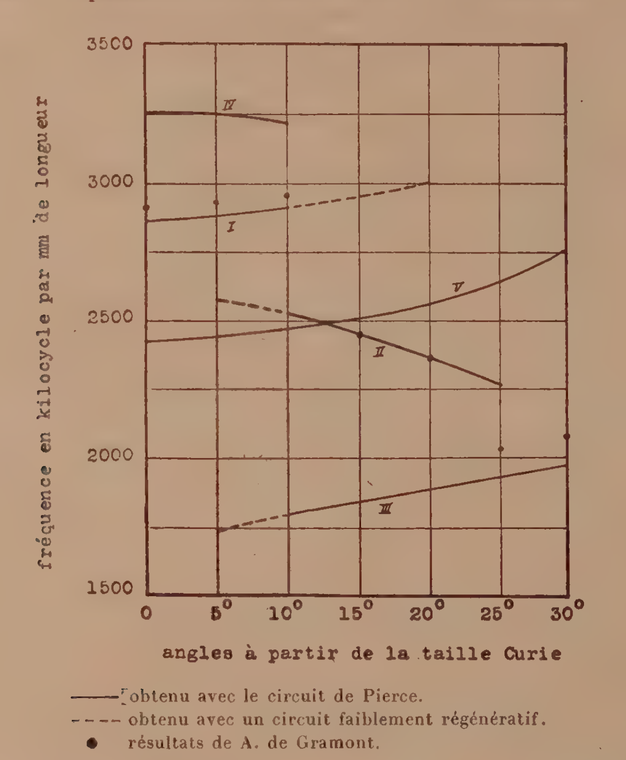
---

[1] Séance du 22 mars 1937.

A partir de 5°, on commence à retrouver la vibration de cisaillement caractéristique de la coupe à 30° avec une fréquence croissante qui atteint la valeur admise 1960 kc/mm à 30°.

Les points de la figure I représentent les résultats expérimentaux de A. de Gramont (²), qui entrent assez bien dans nos courbes.

La courbe IV représente la vibration dans la direction de l'axe optique.



—— obtenu avec le circuit de Pierce.
- - - - obtenu avec un circuit faiblement régénératif.
● résultats de A. de Gramont.

Cette vibration dans le sens de la longueur de la lame peut être excitée jusqu'à 15° avec une fréquence sensiblement constante.

La courbe V représente la fréquence de vibration suivant la largeur. Lorsque cette direction tourne en même temps que le plan de la taille à partir de l'axe mécanique jusqu'à l'axe électrique, la fréquence de vibration croît légèrement de 2440 à 2760 kc/mm.

(²) A. DE GRAMONT, *Recherches sur le quartz piézoélectrique*, p. 73.

ONDES HERTZIENNES. — *Calcul de l'énergie émise par une antenne à l'aide de la théorie des quanta.* Note de M. **Théodore V. Ionescu**, présentée par M. Aimé Cotton.

On admet aujourd'hui que les radiations émises par les atomes et les molécules, ainsi que celles des corps incandescents, sont soumises aux lois de la théorie des quanta.

D'autre part H. Hertz, utilisant les équations de Maxwell, a calculé l'énergie rayonnée par une antenne, réduisant l'action de celle-ci à deux charges (+ et —), qui oscillent autour de leurs positions d'équilibre en constituant un *dipôle*.

Avec de très petits dipôles, E. F. Nichols et J. D. Tear [1], ainsi que d'autres chercheurs [2], ont produit des ondes électriques plus courtes que les plus longues ondes calorifiques connues.

En conséquence il existe un domaine de longueur d'onde où les radiations peuvent être produites soit par le mécanisme classique, soit par celui des quanta.

Dans ce dernier cas on doit pouvoir calculer l'énergie émise par une antenne à l'aide de la constante d'action h de Planck.

Pour effectuer ce calcul nous admettons la structure corpusculaire de la radiation, nous admettons qu'à chaque oscillation une quantité d'énergie égale à $h\nu$ (ν étant la fréquence) est émise par un électron oscillant dans l'antenne; évidemment cette énergie doit être comprise dans l'espace d'une longueur d'onde.

Puisqu'il y a ν oscillations par seconde, l'énergie émise par un électron pendant l'unité de temps est égale à $h\nu^2$.

1. Prenons d'abord l'oscillateur de H. Hertz où la self (L) et la capacité (C) sont complètement séparées.

Nous supposons encore que la fréquence de la vibration émise est égale à la fréquence propre de l'oscillateur.

Dans ce cas on a

$$\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}LI^2$$

---

(1) E. F. Nichols et J. V. Tear, *Phys. Rev.*, 21, 1923, p. 587.

(2) René Mesny, *Les ondes électriques courtes*, 1927; H. E. Hollmann, *Physik und Technik der ultrakurzen Wellen*, 1936.

(Q étant la charge portée par la moitié de l'oscillateur et I le courant maximum), et

$$\frac{LC}{2} = \frac{1}{4\pi^2\nu^2}$$

(L, C, Q et I sont exprimés en u. e. m.).

Si e est la charge de l'électron, exprimée aussi en u. e. m., le nombre total d'électrons qui prennent part à l'émission est $Q^2/e^2 = N^2$.

Supposant, d'une part, le courant tellement faible qu'il y a juste un électron sur la capacité chargée négativement et, d'autre part, le rapport L/C, tel que l'énergie $1/2\, e^2/C$ soit égale à $h\nu$, on a évidemment

$$N^2 = 1.$$

S'il y a N électrons sur la capacité, l'énergie sera

$$\frac{1}{2}\frac{N^2 e^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = N^2 h\nu$$

et, en conséquence, on aura pour l'énergie rayonnée par les deux moitiés de l'oscillateur, dans l'unité de temps

$$W = 2\frac{Q^2}{e^2}h\nu^2 = 2\frac{LCI^2}{2e^2}h\nu^2 = \frac{I^2 h}{2\pi^2 e^2}.$$

2. La résistance de radiation (R) de ce dipôle peut être calculée en unités pratiques à l'aide de la relation suivante :

$$W_{(\text{watts})} = \frac{I^2 h}{2\pi^2 e^2}.10^{-11} = R_{(\text{ohms})}\frac{I^2_{\text{amp}}}{2},$$

d'où

$$R = \frac{h}{\pi^2 e^2}.10^{-11} = 25,91 \text{ ohms}.$$

3. La résistance d'une antenne linéaire se calcule de la même façon, quelle que soit la fréquence de la radiation émise ou la fréquence propre du dipôle.

En tenant compte de la distribution des charges électriques sur cette antenne on a

$$W = \frac{1}{2}\frac{LCI^2}{e^2}h\nu^2 = \frac{I^2}{2}\left(\frac{l}{\lambda}\right)^2\frac{h}{e^2},$$

car

$$LC = l^2 \mathcal{L}\mathcal{C}$$

(λ étant la longueur d'onde de la radiation émise, l la longueur de l'antenne, $\mathcal{L}$ et $\mathcal{C}$ la self et la capacité par unité de longueur).

V étant la vitesse de propagation, on a

$$\frac{1}{\mathcal{L}\mathcal{C}} = V^2 = 3.10^{10}\,\text{cm/sec} \quad \text{et} \quad \frac{V^2}{\nu^2} = \lambda^2.$$

Si l'antenne vibre en demi-onde, on trouve, pour la résistance de radiation,

$$R = \frac{1}{4}\,\frac{h}{e^2}\cdot 10^{-11} = 63,87\ \text{ohms},$$

tandis que le calcul classique donne 73 ohms (Max Abraham).

On remarque que les formules nous permettant de calculer R sont indépendantes de C et L. Elles sont donc valables pour n'importe quelle valeur du rapport L/C de l'oscillateur.

INFRAROUGE. — *Les deux bandes infrarouges* (OH) *des alcools et polyalcools; associations moléculaires*. Note de M. **René Freymann**, présentée par M. Aimé Cotton.

On a coutume de désigner par *bande* (OH) une bande d'absorption infrarouge (ou une raie Raman) des alcools, acides, oximes, etc., dont la fréquence fondamentale serait voisine de 3^μ. Utilisant les résultats de divers auteurs ([1]) et les nôtres [([2])-([3])], nous nous proposons de montrer qu'il existe en réalité *au moins deux bandes* (OH).

En accord avec les prévisions de Barchewitz et les observations d'Errera et Mollet, on note une première bande dont le fondamental se trouve vers 3600 cm^{-1}; cette bande et ses harmoniques, très intenses et fines à

([1]) P. Barchewitz, *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 1244; R. B. Barnes, L. Bonner et E. U. Condon, *J. Chem. Phys.*, **4**, 1936, p. 772; J. Errera et M. Bloch, *Journ. Phys.*, **6**, 1935, p. 154; J. Errera et P. Mollet, *Journ. Phys.*, **6**, 1935, p. 281; *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 259; J. Lecomte, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 825; M. Magat, *Thèse*, Paris, 1936; A. Naherniac, *Ann. Phys.*, **7**, 1937, p. 528; B. Stansfeld, *Zts. für Phys.*, **74**, 1932, p. 466.

([2]) R. Freymann, *Ann. Phys.*, **20**, 1933, p. 243; *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 41.

([3]) M. Freymann et R. Freymann, *Bull. Soc. Chim.*, avril 1937 (sous presse).

l'état de *vapeur*, sont à peine visibles pour l'état liquide, à la température ordinaire; leur intensité augmente par élévation de la température ou par dilution dans CCl^4 ([2]). Nous avons indiqué que ce phénomène est lié à l'existence d'associations moléculaires, dues à la formation de liaisons hydrogène ([3]). Une deuxième bande fondamentale se trouve vers 3400 cm^{-1}; cette bande et ses harmoniques, très larges, sont intenses à la température ordinaire; elles doivent être particulièrement marquées pour l'état *solide* et disparaître pour l'état de vapeur ou par dilution. Le tableau ci-dessous indique les positions approximatives des deux bandes et leurs harmoniques, que nous désignerons par $(OH)_v$ et $(OH)_s$ pour rappeler le double aspect de l'état liquide : molécules libres comme dans la vapeur, molécules contraintes comme dans le solide.

		1.	2.	3.	4.
$(OH)_v$	λ (en μ).............	2,75	1,409	0,9631	0,7420
	ν (en cm^{-1})...........	3634	7097	10383	13477

(d'après Barchewitz).

		1.	2.	3.	—
$(OH)_s$	λ....................	2,98	1,6	1,04	-
	ν....................	3356	6250	9615	-

(positions approximatives; bandes larges).

Nous pensons que l'interprétation précédente se justifie par les faits suivants :

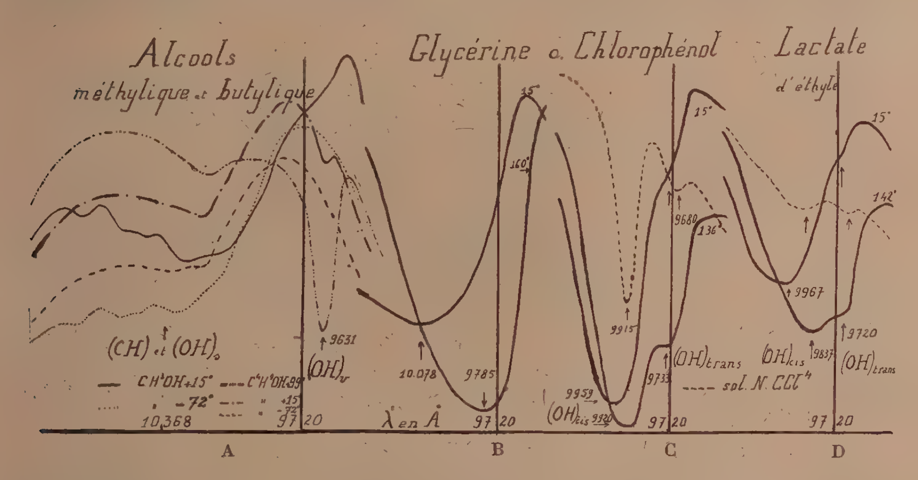
1° En ce qui concerne les fondamentaux, Errera et Mollet ont montré pour l'alcool éthylique, à l'état de vapeur, la disparition de $2^{\mu},98$ et l'apparition de $2^{\mu},73$.

2° Pour les harmoniques 2, Stansfeld a observé une bande vers $1^{\mu},6$ pour l'état liquide, $1^{\mu},45$ pour la vapeur. En outre, Errera et Bloch signalent que l'intensité de la bande de $1^{\mu},6$, $2\nu_s$ selon notre interprétation, diminue d'intensité par élévation de température ou par dilution; cette bande se comporte donc autrement que la bande $3\nu_v$ à $0^{\mu},9631$ ([2]).

3° En effet, comme le rappelle la figure en A, cet harmonique n'apparaît nettement pour les alcools, oximes, etc., que par dilution ou élévation de la température. L'harmonique $3\nu_s$ est difficilement observable par suite de la superposition de bandes (CH); néanmoins, la figure montre en A une augmentation de l'absorption générale vers $1^{\mu},04$ quand la température s'abaisse.

Pour plusieurs glycols et la glycérine, substances très associées, nous n'observons pas, à 15° C., la bande $3\nu_v$ mais une large bande, vers 1^{μ}, que nous attribuons à $3\nu_s$; lorsque la température s'élève, à 160° C., cette bande se déplace vers $0^{\mu},97$; à l'état de vapeur, Naherniac a observé $3\nu_v$ vers $0^{\mu},95$. Ajoutons que les bandes de l'eau présentent vraisemblablement la même dualité que les bandes des alcools (Magat, *op. cit.*, p. 43).

Pour interpréter la présence de la bande (OH) dans les alcools, nous ne pensons pas que l'on puisse invoquer une oscillation O...H...O (4) : cette bande et ses harmoniques sont, en effet, absentes dans l'aldéhyde salicylique ou l'acétylacétone (2, 4, 10), substances présentant des liaisons hydrogène ; nous avons montré, par contre, que la disparition de $(OH)_v$ coïncide avec l'apparition de la liaison hydrogène. Bien que l'on puisse noter des différences importantes, on peut peut-être rapprocher l'existence



des bandes $(OH)_v$ et $(OH)_s$ de la présence de deux bandes (OH) pour l'*o*-chlorophénol, formes *cis* et *trans*, d'après Pauling. Signalons à ce sujet, que : 1° nous avons retrouvé l'existence de ces deux bandes dans les tartrate et lactate d'éthyle (*fig.* D); 2° l'intensité de l'une de ces bandes (*trans*) augmente beaucoup quand la température s'élève, alors que l'autre (*cis*) augmente peu ; 3° dans divers tartrates, nous avons noté, pour l'état solide, une bande unique très large vers $1^{\mu},02$. Dans un ordre d'idées différent, indiquons que certaines anomalies du pouvoir rotatoire des tartrates pourraient peut-être s'expliquer par la coexistence des deux formes mises en évidence par l'infrarouge.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Relations entre les différentes solutions solides formées par le sulfure ferreux.* Note [1] de M. ANDRÉ MICHEL, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons montré [2] que le soufre, le séléninm et l'arsenic peuvent entrer en solution solide dans le sulfure ferreux (solutions solides du type Pyrrhotine) et qu'un certain nombre de métaux ne faisaient qu'exalter les propriétés du sulfure pur, tout en conservant ses caractères essentiels (solutions solides du type FeS). Nous avions expliqué la diversité d'action de ces deux groupes d'éléments en mettant en évidence la différence de leurs rayons ioniques.

Dans cette Note, nous développons nos résultats par l'étude des solutions solides avec d'autres métalloïdes et métaux. D'une part nous avons pu obtenir de nouvelles pyrrhotines non seulement avec le tellure, mais encore avec des métaux : le titane et le tungstène. L'action du tellure nous a permis de confirmer l'existence, au voisinage de FeS, d'un domaine étroit où s'observent des solutions solides FeS-métalloïde du type FeS. La discontinuité à la suite de laquelle apparaissent les pyrrhotines a lieu en effet, dans ce cas, pour des teneurs voisines de 1 pour 100, soit FeS + 1 pour 100 Te.

D'autre part des solutions solides du type FeS ont été observées avec un grand nombre de métaux. Ce sont, par numéro atomique croissant : Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Sb, Pb, Bi. Tous ces métaux exaltent le ferromagnétisme du sulfure de fer, abaissent son point de Curie et augmentent légèrement son volume cristallin. Bien d'autres éléments ont été mis en présence du sulfure de fer dans les conditions ordinaires de mise en solution solide (recuit de 12 heures sous vide à 600°) et n'ont apporté aucune modification aux propriétés de ce composé. Ce sont Mg, Al, Si, Ca, Cr, Zr, Sn, Au, Hg.

Le tableau suivant résume l'ensemble de notre travail.

---

[1] Séance du 15 mars 1937.

[2] A. MICHEL, *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 1004.

I. — *Métalloïdes.*

Propriétés de la solution solide limite du type pyrrhotine.

Nature de l'addition.	Teneur de la limite de la zone FeS.	Teneur de l'élément d'addition.	Formule en atomes.	Température du point de transformation.	Paramètres en Å [3]. État recuit. a.	c.	État trempé. a.	c.
	%	%		°				
S......	0,01	6	6FeS + S	320	3,41	5,67	3,45	5,65
Se......	0,1	13	6FeS + Se	250	3,42	5,66	3,45	5,64
As......	0,01	5	18FeS + As	280	3,44	5,68	3,46	5,64
Te......	1 env.	24	6FeS + Te	260	3,44	5,69	–	–
Ti......	–	9	6FeS + Ti	290	3,44	5,70	–	–
W......	–	35	6FeS + W	280	3,43	5,68	–	–

II. — *Métaux.*

Propriétés de la solution solide limite (type FeS).

Nature de l'addition.	Teneur en % de l'élément d'addition.	Formules en atomes.	Température du point de Curie.	Paramètres en Å. a.	c.
			°		
Mn.........	11	6FeS + Mn	530	3,48	5,83
Fe.........	11	6FeS + Fe	540	3,46	5,83
Co.........	12	6FeS + Co	540	3,46	5,81
Ni.........	12	6FeS + Ni	550	3,46	5,80
Cu.........	12	6FeS + Cu	565	3,45	5,81
Zn.........	12	6FeS + Zn	560	3,45	5,83
Ag.........	42	3FeS + Ag	575	3,45	5,77
Cd.........	22	6FeS + Cd	580	3,46	5,78
Sb.........	8	18FeS + Sb	550	3,45	5,78
Pb.........	40	6FeS + Pb	580	3,45	5,81
Bi.........	13	18FeS + Bi	580	3,45	5,78

Il faut souligner la composition particulière que présente la solution solide limite pour les différents éléments : pour les divalents (S, Se, Te, W, Ti-Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) la limite est 6FeS + X. Pour l'argent monovalent on observe 3FeS + Ag; enfin, pour les trivalents (As, Sb, Bi), la solubilité est moindre, 18FeS + X.

Quel que soit le type de solution solide, quel que soit l'élément d'addition, quel que soit le traitement thermique (pyrrhotines trempées ou recuites), le type cristallin reste inchangé. Les diagrammes X révèlent

---

(3) Rectification à la Note précédente (*Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1004).

simplement de petites différences (variation dans l'aspect et l'intensité de quelques raies) entre les états ferromagnétique et paramagnétique des pyrrhotines et semblent montrer que les pyrrhotines paramagnétiques sont identiques à FeS. On est conduit à admettre que l'arrangement des atomes de fer est sensiblement fixe et, de plus, que les atomes métalliques qui s'insèrent dans le réseau viennent se placer dans les plans déjà existants, puisque aucune raie nouvelle n'apparaît dans le diagramme des diverses solutions solides.

Le réseau électronégatif du soufre, que le diagramme Debye-Sherrer ne peut mettre en évidence, doit présenter dans le cas des pyrrhotines, deux arrangements très différents : l'un correspond aux pyrrhotines trempées (arrangement de type FeS), l'autre caractérise l'état ferromagnétique. Le passage d'un arrangement à l'autre se traduit, lors de la transformation allotropique, par une anomalie dilatométrique extrêmement nette.

Il semble, comme le fait penser l'étude des systèmes Cr-Te, Fe-Sb, que cette aptitude remarquable à former des solutions solides étendues est propre au type cristallin B8 [4], auquel appartient le sulfure de fer.

PHYSICOCHIMIE. — *État colloïdal provoqué par divers échantillons de zinc agissant sur quelques eaux naturelles.* Note de M. **Louis Bouchet**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai étudié l'action de solutions aqueuses d'acides forts sur plusieurs échantillons de zinc. Ce sont ces échantillons et plus particulièrement le zinc extra-pur américain et celui de la Vieille-Montagne qui ont servi à l'obtention de l'état colloïdal. Parmi les eaux examinées, celle qui a fourni les résultats les plus frappants a été recueillie dans la petite ville de Saint-Amant-Tallende (Puy-de-Dôme). Pour obtenir l'hydrosol, il suffit de prélever de cette eau dans un verre d'une contenance de 200^{cm^3} environ et d'y plonger quelques grammes de zinc. Après une huitaine de jours on voit apparaître une très belle teinte bleue. Cette teinte s'évanouit après retrait du zinc, mais elle met plus de huit jours à disparaître. Un ultra-microscope de Siedentop ne révélait rien dans l'eau qui n'avait pas encore été en contact avec le zinc, tandis que, dans cette même eau dans laquelle on a immergé le métal, soit lorsque l'eau était bleutée, soit après la disparition de la coloration, j'ai pu observer un très beau mouvement brownien.

---

(4) Erwald et Hermann, *Strukturbericht*, p. 84.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La dureté du chrome électrolytique*. Note [1] de M. **Michel Cymboliste**, présentée par M. Léon Guillet.

La grande dureté du chrome électrolytique et sa variation en fonction des conditions de l'électrolyse ont été signalées par divers auteurs [2], mais il est difficile de tirer des conclusions générales de ces publications en raison de la non-comparabilité des modes de détermination et des échelles de dureté.

J'ai fait une étude systématique de l'influence, sur la dureté du chrome, des facteurs essentiels intervenant dans l'électrolyse des bains à base d'acide chromique, et j'ai constaté que la dureté du chrome électrolytique pouvait varier dans des limites très larges que j'ai précisées.

J'ai utilisé des cuves d'un volume supérieur à 100 litres, afin de pouvoir négliger les variations de la composition chimique du bain pendant l'électrolyse; les températures ont été maintenues constantes à un demi-degré près (en plus ou en moins). Les essais de dureté ont été effectués, soit par mesure de la diagonale de l'empreinte laissée par une pyramide de diamant de 132° d'angle, terminée en pointe, sous des charges de 10 et 30^{kg} [3], soit par mesure de la pénétration d'un cône de diamant de 120° terminé par un rayon de $0^{mm},2$, utilisé sous des charges de 10, 20, 30 et 40^{kg} [4]; les résultats obtenus ont été exprimés dans la même unité, le nombre de dureté Brinell H. Dans chaque cas, les mesures ont été faites sur des couches de chrome d'épaisseur supérieure à $0^{mm},5$ afin d'éviter l'influence du métal de base.

J'ai constaté que la présence dans les bains de chromage à base de CrO^3, d'anions tels que SO^{4--}, Cl^-, Br^-, Fl^-, abaisse la dureté du chrome obtenu et que la présence de cations tels que Na, K, Al, Zn, Cd, Fe, Ni, Co, Cu, Cr, l'augmente, et cela d'autant plus nettement que leur concentration est plus élevée.

Mais la concentration du bain en acide chromique et les conditions

---

(1) Séance du 15 mars 1937.

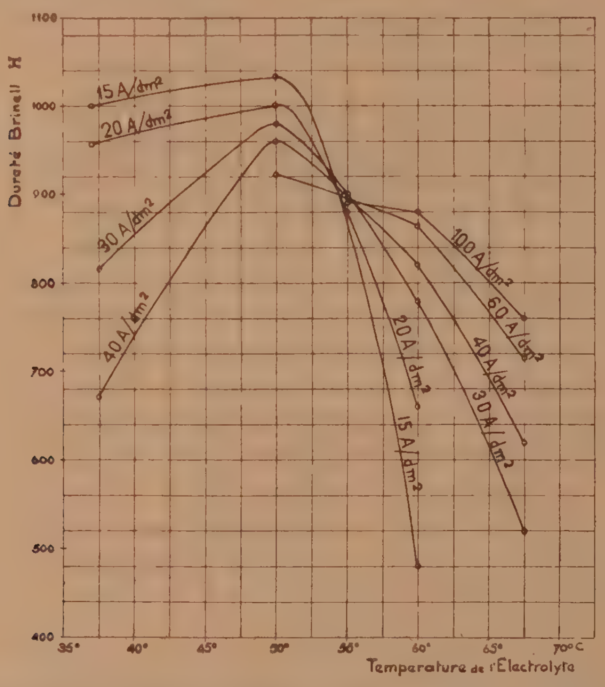
(2) Richard Schneidewind, *Trans. of the American Soc. for Steel Treating*, 19, n° 6, 1931, p. 115-132; W. Birett, *Zeits. für Elektrochem.*, 38, 1932, p. 793.

(3) Machine Vickers.

(4) Machine Eugène.

d'électrolyse (densité de courant et température), agissent sur la dureté d'une façon beaucoup plus considérable.

Influence de la concentration en acide chromique. — Pour un rapport Cr^{VI}/SO^{4--} constant, l'augmentation de la teneur en acide chromique diminue la dureté du dépôt de chrome obtenu, sous toutes les températures et densités de courant utilisées.



Variation de la dureté du chrome électrolytique exprimée en nombre de dureté Brinell H en fonction de la densité de courant (Ampères/dm²) et de la température de l'électrolyte.

Influence de la densité de courant. — L'augmentation de la densité de courant, pour la concentration $CrO^3 = 300$ g/l. et le rapport $Cr^{VI}/SO^{4--} = 50$, diminue la dureté des dépôts de chrome réalisés à des températures inférieures à 55°C.; inversement elle l'augmente aux températures supérieures à 55°C. Lorsque la température du bain est fixée à 55°C., la variation de la dureté en fonction de la densité de courant est minime; ce dernier point est très remarquable; de très nombreux essais ont confirmé son exactitude.

Influence de la température. — Lorsqu'on élève la température du bain, la dureté du dépôt augmente, passe par un maximum, puis diminue.

Pour toutes les densités de courant utilisées, le maximum de dureté paraît être atteint au voisinage de 50°C.

Au-dessus de 50°C., l'influence de la température est d'autant plus sensible que la densité de courant utilisée est moins élevée.

En combinant les effets de la densité de courant, de la température, de la concentration en CrO^3 ainsi que des ions précités, j'ai pu obtenir à volonté des dépôts de chrome dont la dureté varie dans de larges limites, savoir H 1200 et H 400. Ce dernier nombre, tout en restant assez éloigné de la dureté du chrome recuit (H 130), l'est toutefois beaucoup moins que les travaux antérieurs ne le laissaient supposer.

La figure représente ces variations.

Je poursuis mes recherches en essayant d'établir un rapport entre les constatations ci-dessus et quelques autres facteurs du dépôt, en particulier la structure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence du remplacement d'un atome d'hydrogène en β par un groupe* CH^3 *dans l'acide phényl-α-oxycrotonique*. Note de M. **Maurice Girard**, présentée par M. Auguste Béhal.

A. L'acide phényl-α-oxycrotonique $C^6H^5-CH=CH-CHOH-CO^2H$ présente un certain nombre de réactions faciles à réaliser et très caractéristiques (¹). En particulier, il s'isomérise en acide benzylpyruvique $C^6H^5-CH^2-CH^2-CO-CO^2H$, sous l'influence des alcalis; en acide benzoylpropionique $C^6H^5-CO-CH^2-CH^2-CO^2H$, sous l'influence des acides minéraux énergiques; en acide phényl-γ-oxycrotonique $C^6H^5-CHOH-CH=CH-CO^2H$, sous l'influence des acides d'acidité moyenne (acide oxalique). Il est oxydé par l'iode et le carbonate de soude en acide benzalpyruvique $C^6H^5-CH=CH-CO-CO^2H$ et transformé par l'iode et un bicarbonate alcalin en lactone iodée

$$\begin{array}{l} C^6H^5-CH-CHI-CHOH-CO \\ \quad\;\; | \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \quad\;\; O\text{———————————}\rfloor \end{array}$$

B. Ces réactions paraissent caractéristiques de l'ensemble du groupement $-CH=CH-CHOH-$ et le remplacement de l'hydrogène, lié au carbone en β par un groupe hydrocarboné, semblerait ne pas devoir le

(¹) J. Bougault, *Bull. Soc. Chim.*, 23, 1918, p. 20.

modifier. Cependant il n'en est pas ainsi. M. J. Bougault a constaté (¹) que l'introduction d'un groupe phényle en β réduisait la réactivité de la molécule. Ainsi l'acide phényl-α-oxycrotonique-β-phénylé

$$C^6H^5-CH{=}C(C^6H^5)-CHOH-CO^2H$$

ne donne pas d'acides α et γ cétoniques, ni d'acide γ hydroxylé. Sous l'action des alcalis, il se décompose lentement en dibenzyle et acide oxalique; sous l'action des acides minéraux énergiques, il se transforme en diphénylcrotolactone stable

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C\!\!-\!\!-\!\!CH-C^6H^5 \\ \quad\;\; \| \qquad\quad \rangle O \\ \quad CH-CO \end{array}$$

Les acides d'acidité moyenne agissent dans le même sens, mais beaucoup plus lentement; l'iode et le carbonate de soude ne l'oxydent pas; l'iode et un bicarbonate alcalin ne le transforment pas en lactone iodée.

C. Nous nous sommes demandé si le remplacement de l'H en β par un groupe autre que le C^6H^5 aurait une influence semblable. Nous avons choisi le groupe méthyle et nous avons travaillé avec l'acide phényl-α-oxycrotonique β méthylé $C^6H^5-CH{=}C(CH^3)-CHOH-CO^2H$.

D. Cet acide est préparé à partir de l'aldéhyde α méthylcinnamique $C^6H^5-CH{=}C(CH^3)CHO$ qui est transformé en nitrile alcool, puis en amide alcool (P. F. = 161°) puis en acide (P. F. = 132°).

E. L'acide β méthylé ainsi obtenu se comporte, vis-à-vis des réactifs déjà mentionnés, de la façon suivante :

1° il n'est pas modifié sous l'action des alcalis quelles que soient la concentration d'alcali employé et la durée d'ébullition ;

2° il est transformé sous l'action des acides minéraux énergiques en phénylcrotolactone β méthylée

$$\begin{array}{l} C^6H^5-CH-C(CH^3){=}CH-CO; \\ \qquad\quad | \qquad\qquad\qquad\qquad | \\ \qquad\quad O\text{———————————}\rfloor \end{array}$$

3° il donne une petite quantité de phénylcrotolactone β méthylée sous l'action des acides d'acidité moyenne;

4° il ne réagit pas sous l'action de l'iode et du carbonate de soude;

5° il donne sous l'action de l'iode et d'un bicarbonate alcalin la lactone

iodée attendue (P.F. = 80°)

$$C^6H^5-\underset{|}{C}H-CI(CH^3)-CHOH-CO.$$
(cycle lactone : O relie le CH au CO)

Conclusions. — 1° Les réactions de l'acide phényl-α-oxycrotonique sont sous la dépendance de l'atome d'H lié au carbone voisin de la fonction réactionnelle (fonction alcool). Le remplacement de cet atome d'H par un groupe C^6H^5, ou un groupe CH^3, fait disparaître les propriétés les plus caractéristiques du groupement fonctionnel $CH = CH - CHOH$.

2° L'acide β-méthylé, vis-à-vis des réactifs étudiés, ne réagit cependant pas comme l'acide β-phénylé. Ainsi seul il donne une lactone iodée. On voit donc une fois de plus, qu'à une modification peu importante dans un schéma de constitution, peuvent correspondre des variations profondes dans les propriétés chimiques du corps considéré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les colorants de Pechmann. Synthèse de quelques colorants à substituants dissemblables.* Note de M. **Paul Chovin**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai indiqué [1] le principe d'une synthèse des colorants de Pechmann, permettant l'obtention de produits de formule générale

$$Ar_1-(C^8H^2O^4)-Ar_2.$$

Dans cette formule les deux aryles Ar_1 — et Ar_2 — peuvent être différents et l'ensemble $-(C^8H^2O^4)-$ représente le chromophore dont la structure est encore incertaine. La réaction consiste à condenser un acide aroylpyruvique sur un acide aroylpropionique, selon le schéma suivant :

$$(1)\quad \begin{array}{l} Ar_1-CO-CH^2-CO-CO^2H \\ +\,Ar_2-CO-CH^2-CH^2-CO^2H \end{array} \xrightarrow{-3H^2O} Ar_1-(C^8H^2O^4)-Ar_2.$$

J'ai montré, dans le cas de l'homologue monométhylé du colorant de Pechmann, que le même colorant pouvait se former de deux manières différentes : soit par la réaction (1), soit par une réaction analogue (2) après

(1) P. Chovin, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 360.

permutation des groupes aryles des acides de départ :

$$(2)\quad Ar_2 - CO - CH^2 - CO - CO^2H + Ar_1 - CO - CH^2 - CH^2 - CO^2H \xrightarrow{-3H^2O} Ar_1 - (C^8H^2O^4) - Ar_2.$$

Il m'a paru nécessaire de ne pas m'en tenir à la synthèse d'un seul colorant à substituants dissemblables, en raison de l'intérêt théorique que présente l'identité ou la non identité des produits formés. En effet l'absence d'isomérie par permutation des substituants ne permet pas de choisir, pour le chromophore, parmi les diverses structures possédant une symétrie. Tout au plus entraîne-t-elle l'exclusion de celles qui en sont totalement dépourvues. Au contraire, une isomérie, indiscutablement constatée, réduirait à deux seulement le nombre des hypothèses actuellement envisagées pour la constitution. Il est donc indiqué de contrôler sur plusieurs exemples le résultat de la première synthèse.

A cet effet, j'ai préparé cinq colorants nouveaux à substituants dissemblables, chaque colorant étant obtenu par application de chacune des deux réactions (1) et (2). Le résultat expérimental est le suivant : dans les cinq cas examinés, les colorants formés soit d'après (1), soit d'après (2), sont identiques. On peut donc généraliser et dire : les substituants arylés du chromophore que l'on veut introduire dans la molécule d'un colorant de Pechmann peuvent être portés indifféremment soit par l'acide aroylpyruvique, soit par l'acide aroylpropionique qui servent à la synthèse.

Les matières premières que j'ai utilisées pour ce travail ont été les acides aroylpyruviques et aroylpropioniques porteurs des radicaux benzoyle, *p*-bromobenzoyle, *p*-toluyle et β-naphtoyle. Le tableau ci-dessous montre le choix des réactifs ainsi que les points de fusion des produits obtenus et leurs formules brutes.

Groupes aroyles des acides de départ.			
Aroylpyruvique.	Aroylpropionique.	P. F.	Formules des colorants.
benzoyle	β-naphtoyle	296	$C^6H^5 - (C^8H^2O^4) - C^{10}H^7$
β-naphtoyle	benzoyle	297	
benzoyle	*p*-bromobenzoyle	345	$C^6H^5 - (C^8H^2O^4) - C^6H^4 - Br$
p-bromobenzoyle	benzoyle	347	
p-toluyle	β-naphtoyle	316	$CH^3 - C^6H^4 - (C^8H^2O^4) - C^{10}H^7$
β-naphtoyle	*p*-toluyle	316	
β-naphtoyle	*p*-bromobenzoyle	377	$C^{10}H^7 - (C^8H^2O^4) - C^6H^4 - Br$
p-bromobenzoyle	β-naphtoyle	377	
p-toluyle	*p*-bromobenzoyle	397	$CH^3 - C^6H^4 - (C^8H^2O^4) - C^6H^4 - Br$
p-bromobenzoyle	*p*-toluyle	396	

L'identification n'a pas été basée uniquement sur la comparaison des points de fusion, mais, pour quelques-uns, elle a été confirmée par l'examen des spectres d'absorption qui sont *exactement superposables*. Les propriétés de ces produits s'écartent relativement peu de celles du colorant de Pechmann ordinaire. D'une manière générale ils sont tous bien cristallisés et subliment inaltérés. La couleur des cristaux et des solutions va du rouge au violet. Les bandes d'absorption, dans le visible d'un colorant déterminé s'intercalent entre celles des deux colorants symétriques correspondants. Il n'en est pas de même pour les points de fusion, pour lesquels il ne se dégage aucune règle.

Les acides cités plus haut m'ont permis de préparer encore, par le procédé que j'ai décrit, trois colorants à substituants semblables, parmi lesquels deux étaient déjà connus. Le premier a été préparé par Kozniewski et Marchlewski par déshydratation de l'acide *p*-toluylacrylique; le second, par Bogert et Ritter, à partir de l'acide β-naphtoylacrylique. Quant au troisième, non encore décrit, qui est par rapport au colorant de Pechmann ordinaire un produit de substitution dibromé, ses propriétés en diffèrent notablement : son point de fusion est beaucoup plus élevé (432° au lieu de 317°) et sa solubilité dans les divers solvants bien plus faible.

Groupes aroyles des acides de départ			
aroylpyruvique.	aroylpropionique.	P. F.	Formules des colorants.
p-toluyle	*p*-toluyle	357	$CH^3-C^6H^4-(C^8H^2O^4)-C^6H^4-CH^3$
β-naphtoyle	β-naphtoyle	361	$C^{10}H^7-(C^8H^2O^4)-C^{10}H^7$
p-bromobenzoyle	*p*-bromobenzoyle	432	$Br-C^6H^4-(C^8H^2O^4)-C^6H^4-Br$

MINÉRALOGIE APPLIQUÉE. — *Sur la prospection géochimique différentielle des gîtes minéraux*. Note (1) de M. **Vsévolad de Goloubinoff**, transmise par M. Louis de Launay.

Les travaux de Clarke en Amérique et de Goldschmidt, Hevesy, Vogt, Vernadsky etc. en Europe ont rendu familière la notion de la fréquence moyenne, ou *clark* des éléments chimiques dans l'écorce terrestre et de la constante assez grande de cette valeur pour différentes aires continentales fort éloignées, à la condition toutefois que les aires en question soient

(1) Séance du 31 mars 1937.

prises suffisamment étendues. On trouve ainsi, pour le clark de l'étain, 0,002 pour 100 et, pour celui de l'or, $0^g,10$ par tonne de roche.

La corrélation connue des magmas ignés avec les formations métallifères nous a conduit à considérer les roches ignées comme la scorie magmatique de gîtes minéraux voisins. Cette scorie apparaît alors comme nécessairement appauvrie dans les environs du gîte; mais, toutefois, dans son ensemble, la teneur moyenne en l'élément métallique considéré doit être plus élevée pour la roche en relation avec le gîte que la teneur chimique du même élément d'une autre formation ignée non susceptible de donner une concentration métallifère de cet élément.

Depuis plusieurs années nous étudions sur le terrain, dans diverses régions, deux cas particuliers de la proposition énoncée plus haut, ceux de l'or et de l'étain. Dans une région déterminée, où il existe des gîtes d'or ou d'étain, nous constatons, en effet, que la roche mère d'un tel gisement présente une teneur sensiblement supérieure à celle des roches voisines, parfois contemporaines du gîte métallique.

Pour mener à bien de semblables études, il a d'abord fallu mettre au point des méthodes de dosage particulièrement sensibles. Nous avons ainsi trouvé, par exemple, que l'aplite connexe des gîtes d'étain de Pérak (Malaisie) contient 0,250 pour 100 d'étain, tandis que le granite à amphibole voisin en renferme seulement 0,005 et la syénite 0,001. De même la granulite du Laos contient 0,050 d'étain et la pegmatite du Haut Tonkin 0,010; soit, dans le premier exemple, 125 fois le clark, 25 fois dans le second, 5 fois dans le troisième.

Pour l'or nous avons également trouvé, pour certaines roches de régions aurifères, un clark très supérieur à la moyenne : 8 fois pour une micronorite du Haut Tonkin, 25 fois pour une pegmatite de l'Annam, 10 fois pour une diabase du Congo belge et une norite de la Guinée française; mais, dans ces cas, les gîtes exploitables que l'on peut prévoir n'ont pas encore été reconnus.

Notre conclusion, c'est qu'en étudiant par des méthodes spécialement sensibles les teneurs en or et en étain de roches éruptives d'une région nouvelle et en les comparant à la teneur moyenne, on peut prévoir si le pays a chance de recéler des gîtes payants et être ainsi dirigé dans ses recherches.

Il est important au point de vue théorique de souligner qu'il apparaît ainsi possible de soumettre la question des gîtes métallifères, problème du *discontinu* par excellence, à une sorte de calcul et, en tout cas, à un raison-

nement *continu*; ce qui serait un peu l'analogue de l'artifice de Cauchy des calculs appliqués au voisinage des points singuliers (ici gîtes métallifères).

Un autre point théorique accessoire est que le clark de l'or et de l'étain déterminé par nous est inférieur à celui officiellement admis. Mais ce qui importe dans la pratique, c'est surtout la *différence* de la teneur régionale anormale et de la teneur moyenne générale des autres roches voisines. Cette *anomalie* de la présence de gîtes d'or paraît se révéler parfois à une distance de 200^{km}. Pour l'étain, la zone d'influence serait seulement de 50^{km}.

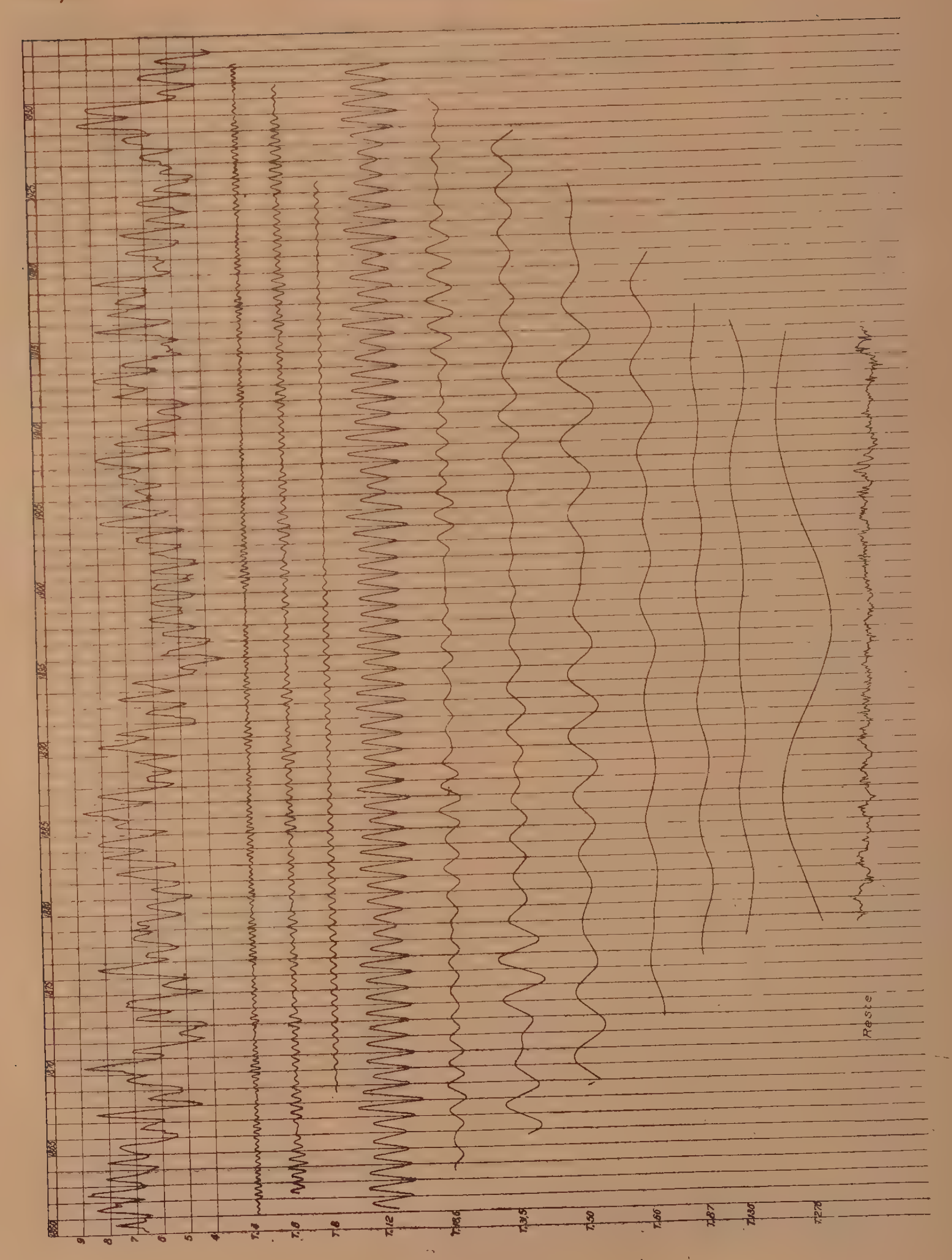
Ce procédé géochimique de prospection est d'essence très différente de la voie géophysique qui, elle, rattache le phénomène gîte *indirectement* à la variation de propriétés du terrain, alors que la première méthode recherche un minéral *spécifiquement*.

Il n'apparaît pas impossible de considérer l'ensemble de la question des gîtes métalliques comme ne se rattachant que très artificiellement à l'enseignement de la géologie, alors que ce ne serait qu'un chapitre de la géochimie et, en tout cas, une discipline beaucoup plus proche de la chimie et de la minéralogie que de la stratigraphie et de la tectonique. Ceci d'ailleurs n'étant nullement dit pour diminuer le rôle de la géologie dont la connaissance est évidemment aussi indispensable pour la recherche minière que l'est la topographie pour l'exécution d'une route.

HYDROLOGIE. — *L'analyse des niveaux du lac Ontario.* Note (¹) de M. **Vladimir Frolow.**

Le matériel utilisé dans cette Note a été relevé sur un graphique des niveaux moyens mensuels du lac Ontario, publié par M. C.-G. Abbot (²). Cet auteur en a conclu qu'il existe une périodicité de 23 ans dans la marche des niveaux du lac, et qu'une périodicité de 46 ans est probable. D'autre part, M. Jesse W. Shuman (³), en utilisant la méthode Streiff, a trouvé en plus d'une composante à période courte et variable, les composantes de 6 et de 12 mois, celle de 11 ans, celle ayant une période double, enfin, deux composantes séculaires.

(¹) Séance du 31 mars 1937.
(²) *Smithsonian Miscellaneus Collections*, **94**, nº **10**, 1935, p. 57-64.
(³) *Monthly Weather Review*, **59**, 1933, p. 97-105.


9
8
7
6
5
4
T.12
T.50
T.60
T.87
Reste

L'analyse des niveaux du lac Ontario, faite suivant la méthode de M. H. Labrouste ([4]), donne les résultats résumés ci-dessous.

A. *Partie périodique.* — L'analyse a permis d'isoler onze composantes élémentaires. Le tableau suivant donne la période, l'amplitude maximum, et son rapport à l'écart des valeurs extrêmes des moyennes mensuelles (importance relative) pour chacune d'elles. La valeur donnée de la période des deux plus longues composantes n'est qu'approximative. Seule la composante de 87 mois n'a pas encore été isolée par la méthode d'analyse de M. H. Labrouste. Cependant elle a été indiquée pour les crues du Niger ([5]). Toutes les composantes trouvées répondent aux caractères généraux précisés auparavant ([6]).

Période (en mois).	Amplitude maximum.	Importance relative.	Période (en mois).	Amplitude maximum.	Importance relative.
	m	%		m	%
4........	0,38	6,7	50........	1,34	23,8
6........	0,73	12,9	79........	0,84	14,9
8........	0,26	4,6	87........	0,48	8,5
12........	2,43	43,1	136.......	0,61	10,8
18,6......	1,14	20,2	276.......	2,00	35,5
31,5......	2,56	45,4	Données.	5,64	100

En dehors de ces onze composantes il en existe certainement de période plus courte. Elles sont peu importantes. L'existence de composantes plus longues n'a pu être discutée, la série étant trop courte.

B. *Reste.* — Le reste obtenu par soustraction des composantes isolées des données, présente une pente régulière. Le niveau du lac Ontario a subi une influence tendant à son abaissement, au taux de $2^{cm},25$ par an. Cette valeur considérable conduit à l'attribuer à l'action concourante de plusieurs causes, dont la variation séculaire du climat et, aussi, l'érosion du fleuve Saint-Laurent, accélérée, peut-être, par un mouvement isostatique du continent nord-américain.

Ainsi, l'analyse suivant la méthode de M. H. Labrouste permet de tirer une conclusion d'ordre géographique. Le lac Ontario est en régression et l'on peut estimer que, depuis 1860, il a perdu une tranche d'eau d'une trentaine de kilomètres cubes, soit de l'ordre de 2/100e de son volume, tel que le donne M. Baulig ([7]). Cette évolution du lac est restée cachée

---

([4]) *Annales de l'Institut de physique du Globe de Paris*, **14**, 1936, p. 77-91.

([5]) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 973.

([6]) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1616.

([7]) *Amérique septentrionale*, 1re partie, Paris, 1935, p. 85.

aux observateurs car l'amplitude de la composante de 23 ans y est très forte. Sa constatation appelle, une fois, de plus l'attention sur les possibilités de recherches en hydrologie ouvertes par les travaux de M. et de Mme H. Labrouste.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'influence de la saison et du climat sur les réfractions astronomiques et la répartition des masses d'air.* Note de M. **Frantisek Link**, transmise par M. Charles Fabry.

Dans toutes les théories des réfractions on est amené à adopter une loi qui donne la densité de l'air en fonction de l'altitude $\rho = f(h)$. Cette fonction est en réalité trop complexe pour être mise en une forme analytique et les théories qui le font ne donnent que des approximations, surtout au voisinage de l'horizon. Ces approximations sont suffisantes dans la pratique courante astronomique tant que l'on ne s'approche pas trop de l'horizon.

Dans les recherches concernant la haute atmosphère on doit s'occuper parfois des réfractions et des masses d'air au voisinage de l'horizon, prises dans des conditions très différentes de climat et de saison. Je me suis posé comme problème de voir quelle est l'influence des conditions météorologiques et géographiques sur ces valeurs. Pour cela il a fallu d'abord trouver la forme numérique de la fonction $\rho = f(h)$. Je suis parti d'une part d'un graphique de Ramanathan [1] qui donne les températures de l'air en fonction de l'altitude et de la latitude pour l'hémisphère boréal et pour les deux saisons extrêmes de l'année. D'autre part j'ai pris la distribution des températures dans un cyclone et dans un anticyclone donnée par Runge [2] pour l'été et pour l'hiver en Europe centrale et occidentale. Toutes ces valeurs résultent de sondages aérologiques. En admettant l'équilibre statique de couches d'air supposées sphériques et la loi des gaz parfaits on détermine la densité de l'air à l'aide de la formule connue

$$\log \rho = \log \frac{273}{T_0} \frac{b}{760} + \log \frac{T}{T_0} - \frac{0{,}4343\,M}{R} \int_0^h \frac{g}{T}\, dh$$

$$(M = 28^g{,}98;\ R = 8{,}316.10^7\ \text{C. G. S.}),$$

où T_0 et T sont les températures absolues au sol et au niveau donné et g

(1) R. R. Ramanathan, *Nature*, **123**, 1929, p. 834.

(2) H. Runge, *Thèse*, Université de Leipzig, 1931.

l'accélération de la pesanteur. En ce qui concerne la pression barométrique au sol b, j'ai pris dans le cas de Ramanathan $b = 760^{mm}$ et, dans le cas de Runge, $b = 720$ ou $b = 775$ suivant la situation météorologique.

Les données de Ramanathan ne dépassent pas l'altitude de 25^{km} et celles de Runge s'arrêtent à 16^{km}. Au-dessus j'ai adopté les valeurs moyennes d'après Humphreys (³) qui vont jusqu'à la limite atteinte par les sondages, c'est-à-dire 40^{km} environ. L'erreur qui en résulte est négligeable en comparaison avec les différences dues aux facteurs mentionnés plus haut. Je ne donnerai ici que deux tableaux de comparaison des masses d'air et des réfractions. Les détails des calculs et la discussion complète seront publiés dans un autre Recueil.

Masses d'air.

	Hiver.					Été.				
z. φ...	+80°.	+60°.	+40°.	+20°.	00°.	+20°.	+40°.	+60°.	+80°.	Humphreys (⁴).
90°	44,1	40,6	38,6	37,2	36,7	36,6	37,5	37,9	39,4	38,8
89,5	34,2	32,7	31,3	30,6	30,6	40,7	30,6	31,2	32,0	31,6
89	28,0	27,1	26,3	25,9	25,8	25,7	25,9	26,1	27,0	26,5
88	20,5	19,7	19,5	19,2	19,3	19,2	19,2	19,2	19,4	19,5
00	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00

$\varphi = 50°$.

	Cyclone.	Anticyclone.	Cyclone.	Anticyclone.
90°	36,9	41,7	36,7	38,4
00°	0,95	1,02	0,95	1,01

L'unité de masse d'air est égale à $8^{km},04$ d'air sous 760^{mm} et 0°C.

Réfractions (en minutes d'arc).

	Hiver.					Été.				
z. φ...	+80°.	+60°.	+40°.	+20°.	00°.	+20°.	+40°.	+60°.	+80°.	Humphreys (⁴)
90°	54,2	42,9	34,4	31,3	30,8	30,3	31,8	33,1	37,8	35,8
89,5	40,4	32,4	28,5	26,4	25,9	25,4	26,7	28,4	31,3	29,3
89	32,1	27,8	24,3	22,7	22,3	21,8	22,8	23,6	25,3	25,0

	Cyclone.	Anticyclone.	Cyclone.	Anticyclone.
90°	34,7	45,6	32,4	34,7

L'examen de ces deux tableaux montre que les différences sont grandes au voisinage de l'horizon et décroissent assez vite au-dessus de celui-ci.

(³) C. W. HUMPHREYS, *Physics of the Air*, New-York, 1929.

(⁴) F. LINK, *Journal des Observateurs*, **17**, 1934, p. 41.

Ces différences ne sont pas dues aux différentes conditions au sol mais à la structure différente de l'atmosphère. Pour cette raison, les tables actuelles de réfractions ne peuvent donner qu'une grossière approximation. Par exemple, les réfractions moyennes à l'horizon 35',5 s'accordent assez bien avec la valeur 36',6 donnée par la *Connaissance des Temps* pour 0°C. ou bien avec la valeur de 34',8 réduite à la température moyenne de l'année. Mais, si l'on compare ces tables avec nos données pour les situations météorologiques différentes, l'accord devient mauvais. Pour l'anticyclone, en hiver par exemple (0°C., 775^{mm}), les tables de la *Connaissance des Temps* donnent 37',4 au lieu de 45',6. D'ailleurs nos valeurs ne peuvent donner que l'ordre de grandeur des quantités calculées, car en toute rigueur il faudrait faire un sondage aérologique complet chaque fois que l'on veut connaître les valeurs exactes des masses d'air et des réfractions au voisinage de l'horizon.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Évolution nucléaire et numération chromosomique chez* Begonia Pictaviensis. Note de M. **André Eichhorn**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Au cours d'une récente étude de la mitose chez une variété horticole de *Begonia*, j'ai indiqué que la chromatine se trouvait sous forme de petites granulations, éparses dans la cavité nucléaire, sans lien entre elles ni avec le nucléole et auxquelles pouvait s'appliquer le terme de prochromosomes. J'ai examiné depuis le noyau et sa division chez un autre *Begonia*, le *B. Pictaviensis*, hybride entre *B. Scharffiana* et *B. metallica* et, de plus, j'ai fait étudier, des mêmes points de vue, un certain nombre de bonnes espèces du même genre. Personnellement, je suis parvenu aux résultats suivants :

Le noyau au repos possède un grand nombre de granulations chromatiques qui correspondent chacune à un chromosome. Ces granulations sont nettement indépendantes les unes des autres et sont sans lien apparent avec le volumineux nucléole situé le plus souvent au centre de la cavité nucléaire et porteur de une ou parfois de deux protubérances que l'on peut considérer comme des bourgeonnements. Ceux-ci demeurent généralement au contact du nucléole, mais ils peuvent aussi s'en détacher sans toutefois, dans le cas présent, émigrer assez loin. Ces protubérances nucléolaires ne sauraient être confondues avec les granulations chromatiques, auxquelles

on peut ici dès maintenant donner le nom de prochromosomes, car elles demeurent inchangées comme le nucléole lui-même jusqu'en fin de prophase, stade auquel les chromosomes sont définitivement constitués. La formation de ces éléments s'effectue à partir d'un prochromosome qui, primitivement ponctiforme ou légèrement ovoïde, double approximativement de volume. Ce processus peut s'expliquer par deux hypothèses. Où bien le prochromosome élabore de la chromatine à partir du suc nucléaire, ou bien, par suite de l'augmentation de volume du noyau dans son ensemble et qui résulte vraisemblablement d'une hydratation, le prochromosome augmente lui aussi dans les mêmes proportions.

En fin de prophase, les chromosomes fort petits ont la forme de courts bâtonnets ou de minuscules olives et le clivage, assez difficile à mettre en évidence, se dessine alors. A la métaphase, l'ensemble des chromosomes constitue une ligne chromatique en vue de profil, sur laquelle il est impossible de distinguer les éléments les uns des autres. La lecture de la plaque équatoriale, en vue polaire, est aussi particulièrement délicate, en raison de la disposition des chromosomes qui sont serrés les uns contre les autres. Il m'a paru que leur nombre pouvait être évalué à 70. Aucun détail de structure ne peut être décélé à la suite de l'examen des éléments en prophase ou en métaphase. Sans doute a-t-on affaire, tout au moins dans ce cas de chromosomes petits et courts, à des masses chromatiques parfaitement homogènes.

A l'anaphase les chromosomes gagnent les pôles toujours rangés sur une même ligne et, le clivage étant intervenu, ils ont à ce stade apparamment un volume identique à celui des prochromosomes du noyau quiescent. On ne rencontre pas, d'ailleurs, dans cet objet, d'images analogues à celles signalées dans de précédents travaux et qui pouvaient amener à admettre que les chromosomes se déchromatinisent peu à peu, les portions correspondant aux chromocentres demeurant seules visibles. La télophase est marquée par la réapparition de la membrane nucléaire et deux ou trois petits nucléoles qui fusionnent ensuite et reconstituent le nucléole unique du stade de repos.

L'étude de la mitose chez cette espèce n'apporte pas de renseignements sur le rôle éventuel du nucléole. En effet, il a été dit plus haut qu'il demeure inchangé durant toute la prophase et ne participe aucunement à l'édification des chromosomes. A la métaphase, ou bien il disparaît assez brusquement, et cela est comparable à ce qui se passe chez de nombreux végétaux, ou bien il s'étrangle en son milieu, puis se divise en deux por-

tions sensiblement égales dont chacune émigre, précédant le lot de chromosomes, vers un pôle. Ces images rappellent celles rencontrées déjà chez *Kœlreuteria paniculata*, entre autres, à cette différence près, toutefois, que si dans cette dernière espèce le phénomène est presque général, il ne l'est pas chez *Begonia Pictaviensis*. Que deviennent ces fragments nucléolaires ? Il est impossible d'affirmer comme de nier que cette moitié de nucléole soit reprise dans le noyau-fils en reconstitution. Du reste, ainsi qu'il l'a été indiqué ci-dessus, ce n'est pas un seul, mais au moins deux et le plus souvent trois petits nucléoles que l'on rencontre en télophase, dans le noyau néoformé. On voit, par ce qui précède, à quel point le nucléole évolue différemment dans des cellules voisines d'un même méristème et combien il est difficile d'attribuer un rôle certain à cet organite cellulaire.

MYCOLOGIE. — *Nouveaux aperçus sur la sexualité des Basidiomycètes.* Note de M. **René Vandendries**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Au cours de notre campagne mycologique dans la banlieue parisienne, en octobre-novembre 1936, nous avons eu l'occasion de recueillir 260 sporées d'espèces différentes de Basidiomycètes, déterminés par M. Robert Kühner. Une soixantaine d'espèces ont donné des spores germant. Nous résumons ici les résultats de nos premières investigations.

Omphalia maura Fr. est une espèce *bipolaire*, *avec anses d'anastomose*. Sa forme *alba*, non signalée jusqu'ici, l'est également.

En confrontant les haplontes de la forme ordinaire avec ceux de l'albinos, nous avons obtenu dans chaque cas, un mycélium à *dicaryons et à anses d'anastomose*. Ces haplontes obéissent donc à la loi générale de fertilité entre individus étrangers de même espèce. Les végétations diploïdes obtenues sont des *hybrides* des deux formes citées. L'apparition éventuelle de carpophores dans nos cultures nous permettra d'en contrôler le mendélisme.

Pleurotus cornucopoides P. est *tétrapolaire*, avec *anses d'anastomose*. Quelques confrontations stériles entre haplontes *ab* et *ab'* ont donné des copulations *illégitimes* avec *fausses anses d'anastomose*. Nos préparations fixées et colorées ont permis de vérifier l'exactitude de l'interprétation de Quintanilha concernant le rôle des fausses anses qui, à chaque mitose

conjuguée du dicaryon terminal, emprisonnent un noyau et garantissent ainsi au thalle son caractère uninucléé.

Calocera cornea Batsch. La spore binucléée se partage à maturité, par une cloison transversale, en deux cellules uninucléées qui germent et donnent, chacune, d'abord un *symplaste*, à multiples noyaux qui se divisent sans être ordonnés en couples. Plus tard des cloisons séparent des cellules *uninucléées*. Dans les cultures plus âgées, on observe du mycélium à *dicaryons*, *sans anses d'anastomose*. L'espèce est donc *homothalle*. Le passage de l'état haploïde à l'état diploïde, question qui s'était déjà posée chez *Conocybe pubescens*, a pu être vérifié chez l'espèce en question. Il s'agissait de savoir si chacun des deux haplontes, issus de la germination de la spore, était capable de se transformer en un diplonte, ou bien, s'il fallait une conjugaison préalable entre hyphes de ces deux haplontes originaux pour engendrer la première cellule dicaryotique, point de départ d'une végétation binucléée. Nous sommes parvenus à isoler les conidies uninucléées de ces haplontes et à les faire germer. Elles engendrent des thalles haploïdes uninucléés qui restent indéfiniment dans cet état. La cellule uninucléée n'a donc pas le pouvoir de reconstituer un dicaryon par simple dédoublement du noyau. Si l'on procède à des *confrontations*, deux par deux, de ces cultures monoconidiennes, on obtient, dans certains cas, des thalles diploïdes à dicaryons. On peut en conclure qu'une conjugaison a eu lieu et que pareilles conjugaisons se produisent entre les deux thalles issus de la germination de la spore.

Les mycéliums diploïdes produisent aussi des *conidies uninucléées*, incapables, quand on les isole, de reconstruire un thalle diploïde. Nous constatons ici un nouvel exemple du *retour à l'haploïdie*, d'un organisme diploïde, phénomène déjà signalé chez *Pholiota aurivella*.

Sont *tétrapolaires*, *avec anses d'anastomose*, *Peniophora cinera*, *Hypholoma capnoides* Fr., *Deconica inquilina* et *Deconica coprophila*. Les cultures de cette dernière espèce donnent des *barrages sexuels* dans les confrontations $ab \times ab'$ et $a'b \times a'b'$, conformément à ce qui a été observé chez *Lenzites betulina* et *Pleurotus columbinus*. *Geocystidium roseo-cremeum* Kühn. est *bipolaire* avec *anses d'anastomose*.

Mycena vitilis Fr., *forme parthénogénétique* (Kühn.). Le carpophore est constitué, d'après M. Kühner, de cellules à un noyau, dont la cytologie n'a pu être étudiée, faute de matériel fixé. Mais, par analogie, nous allons pouvoir conclure à l'existence d'un cycle identique à celui décrit ci-dessous.

Mycena galericulata Scop. D'après Kühner, la forme étudiée est à *basides*

bisporiques et le carpophore constitué de cellules *uninucléées* où la baside ne reçoit elle-même qu'*un seul noyau* subissant une mitose. En germant la spore donne d'abord naissance à un *symplaste*, qui se cloisonne plus tard et engendre un thalle à *cellules uninucléées*. L'espèce est donc bien *parthénogénétique*. Cette parthénogénèse diffère de la parthénogénèse animale en ce sens que *tout le cycle vital est haploïde*. Chez les animaux, l'œuf ayant émis ses deux globules polaires peut, sans intervention d'un spermatozoïde, donner naissance à un embryon haploïde, mais le développement ultérieur de celui-ci exige une *régulation* qui rétablit le nombre normal de chromosomes et garanti le développement embryonnaire. Chez *Mycena galericulata* et *Mycena vitilis*, la parthénogénèse est *pure*, indépendante de toute tendance à la diploïdie.

ZOOLOGIE. — *Quelques métacercaires d'*Atherina mochon *C. V.*; *développement expérimental d'un Gastérostomidé*. Note de M. **Pierre Carrère**, présentée par M. Maurice Caullery.

Parmi les métacercaires qu'héberge *Atherina mochon* C. V., vivant dans les gîtes de la Camargue, nous en signalons deux qui correspondent à des Trématodes de poissons carnassiers.

La première appartient à la famille des Gastérostomidés. Le ver adulte, obtenu expérimentalement, a les caractères suivants : corps globuleux, ovoïde ou piriforme, mesurant 400^{μ} à 780^{μ} sur 320^{μ} à 650^{μ}; épines de la cuticule bien développées, notamment dans la région antérieure, mais existant sur tout le corps; organe adhésif de 80^{μ} à 155^{μ} suivant son degré d'étalement, avec des mamelons non filiformes; pharynx latéral, arrondi de 60^{μ} de diamètre; intestin sacciforme, remplissant la partie centrale et postérieure du corps; testicules symétriques, dans le tiers postérieur du corps, ayant 80^{μ} à 150^{μ}; poche du cirre droite et allongée, d'avant en arrière, mesurant 110^{μ} à 190^{μ} sur 40^{μ} à 60^{μ}, s'ouvrant au pore génital subterminal, de 20^{μ} de diamètre; ovaire de 50^{μ} de diamètre environ, situé entre les testicules; vitellogènes latéraux; circonvolutions utérines dans la région postérieure, s'avançant jusqu'au milieu du corps et le dépassant légèrement; œufs : 25^{μ} sur 16^{μ}.

Ce Gastérostomidé rentre dans le genre *Dolichœnterum* Osaki, 1924. Il diffère de l'unique espèce décrite : *D. longissimum* Oz., 1924 (Japon), par son aspect globuleux, la position symétrique des testicules, la forme de

l'intestin, moins allongé. Néanmoins, la situation de l'ovaire entre les testicules, l'aspect de l'organe adhésif, me permettent de le maintenir dans les *Dolichœnterum*, et d'éviter la création d'un nouveau genre. Manter (1934) a aussi récolté un *Dolichœnterum* immature, dont la diagnose spécifique n'a pu être établie : il diffère de notre espèce, notamment par la position des testicules, placés l'un derrière l'autre. Nous proposons le nom de *Dolichœnterum lamirandi* sp. nov.

La métacercaire est abondante dans le foie d'*Atherina mochon* C. V., de Camargue. L'infestation est généralement très intense : plusieurs centaines de kystes chez le même poisson. L'espèce voisine, *Atherina hepsetus* L., pêchée dans le golfe de Marseille, héberge également ces parasites, mais plus rarement et en moins grande quantité (une quinzaine au maximum). Le cycle évolutif semble donc s'accomplir plus facilement dans les collections d'eau restreintes. Cette métacercaire se présente sous forme de kystes arrondis, mesurant 150^{μ} à 280^{μ} de diamètre; leur paroi est très mince et permet de distinguer par transparence les organes de la larve. Dans les cas de parasitisme très intense, il peut exister jusqu'à cinq métacercaires dans le même kyste. On trouve déjà les caractères très accusés de la forme adulte : corps globuleux, de 360^{μ} à 500^{μ} sur 210^{μ} à 350^{μ}; organe adhésif de 80^{μ} à 120^{μ}; pharynx latéral de 32^{μ} à 40^{μ}; ébauches très nettes des testicules (85^{μ}), de la poche du cirre (110^{μ} sur 40^{μ}) de l'ovaire et du tube utérin. La progenèse n'a jamais été observée, le parasite dégénère au bout d'un certain temps.

Cette métacercaire a pu évoluer expérimentalement chez *Labrax lupus* C. V., par ingestion de foie d'*Atherina*. Au bout de cinq à six jours on trouve des Trématodes à œufs déjà formés et d'autres à divers stades de développement. Un début d'infestation a été aussi réalisé chez la grenouille *Hyla arborea* (L.).

Atherina mochon et *A. hepsetus* hébergent aussi dans leur musculature une autre métacercaire que je rattache aux *Acanthostomidæ* Poche, 1925. Kyste ovalaire, mesurant 250^{μ} à 380^{μ} sur 160^{μ} à 240^{μ}. Métacercaire allongée (700^{μ} à 1100^{μ} sur 200^{μ} à 260^{μ}). Ventouse orale : 140^{μ} en moyenne, portant une couronne de 18 épines céphaliques de 30^{μ} à 40^{μ}. Deux taches oculaires très apparentes (même dans le kyste), situées à droite et à gauche du pharynx, mais rarement symétriques. Ventouse ventrale : 80^{μ} à 90^{μ}. Je n'ai pu obtenir jusqu'à présent qu'un début de développement chez *Hyla arborea*, les circonstances ne m'ayant pas encore permis d'utiliser des poissons carnassiers neufs pour cette série d'expériences.

ZOOLOGIE. — *Les Gastrodes des eaux indochinoises et quelques observations sur leur cycle évolutif.* Note de M. **Constantin Dawydoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les Gastrodes sont des Cténophores parasites des Salpes, découverts par Korotneff (1888) dans la Méditerranée et retrouvés par T. Komaï au Japon; ils ne se rencontrent qu'assez rarement dans les eaux de l'Indochine française. Ainsi, en étudiant pendant cinq ans, le plancton de la Baie de Nhatrang (Sud Annam), je n'ai eu l'occasion d'observer cet organisme remarquable que dix fois et le nombre des spécimens que j'ai eus à ma disposition a été assez restreint. La plupart de mes échantillons ont été trouvés dans les *Salpa fusiformis* Cuv., mais j'ai constaté aussi la présence de *Gastrodes* dans une autre Salpe, *S. cylindrica* Cuv., qui n'est pas fréquente dans les eaux côtières de l'Annam.

Les Gastrodes des eaux de l'Indochine, qui parasitent *S. fusiformis*, appartiennent à l'espèce méditerranéenne, *G. parasiticum* Kor.; c'est celle qui a été trouvée par T. Komaï (1920-1922) au Japon, où parfois 25 pour 100 des Salpes en sont infestées. Dans la baie de Nhatrang, les *S. fusiformis* sont communes, mais le pourcentage des animaux parasités est assez insignifiant. La plupart ont été observés par moi au commencement de la belle saison (avril-mai). Malgré le matériel peu abondant, j'ai retrouvé toutes les phases d'évolution du parasite décrites par Komaï (1922), sauf le stade planula. Toutes les parasites jeunes et avancés, contenaient des œufs dans l'épithélium de leur face ventrale. Je n'ai jamais vu de spermatozoïdes.

Les *Gastrodes* de *Salpa cylindrica* diffèrent considérablement de *G. parasiticum* et, à mon sens, doivent être considérés comme appartenant à une espèce nouvelle. Je lui donne le nom de *Gastrodes Komaï* nov. sp..

Un des caractères les plus essentiels qui distinguent ce nouveau *Gastrodes* de l'espèce méditérranéenne, est sa pigmentation. *G. parasiticum* est transparent et incolore, tandis que *G. Komaï* est nettement pigmenté en brun clair sépia. Cette pigmentation est due à de rares chromatophores étoilés, dispersés dans la mesoglée, qui, chez notre espèce, est plus riche en éléments cellulaires que chez sa congénère. L'autre caractère distinctif de notre *Gastrodes* est le faible développement des côtes méridiennes. Ainsi, chez *G. Komaï*, chaque rangée méridienne ne contient que 8-10 palettes, tandis que, chez *G. parasiticum*, on en trouve 17-20. Il faut noter aussi la réduction

presque complète de l'appareil tentaculaire; il n'en reste, chez *G. Komai*, que deux proéminences coniques, difficilement décelables chez l'animal vivant. Les gaines tentaculaires disparaissent complètement. Comme chez *G. parasiticum*, je n'ai observé que les cellules génitales femelles, situées dans l'épithélium ventral.

Je n'ai trouvé *G. Komaï* que dans deux exemplaires de *S. cylindrica* (forme agrégée); chacun en contenait trois individus. En somme, j'ai eu à ma disposition trois stades d'évolution du parasite : 1° le stade classique, observé par Korotneff, représenté par un organisme discoïde, ne possédant encore ni statocyste ni palettes vibratiles; 2° un stade plus avancé : discoïdal aussi, mais qui manifeste sa nature nettement cténophorienne par une ébauche du statocyste et huit côtes méridiennes (très courtes, avec 3-4 palettes seulement); 3° le stade cténophorien hémisphérique, avec statocyste et côte méridiennes bien développées. A ce stade de son évolution, *Gastrodes* a 3-4^{mm} de diamètre et sa partie orale manifeste une tendance bien marquée à se différencier en deux bords marginaux, qui ne représentent autre chose qu'une portion dévaginée du pharynx. Ces bords sont très étroits, mais leur ensemble constitue déjà, en quelque sorte, un disque oral, la face de fixation de l'organisme à son hôte.

On sait que le stade cténophorien hémisphérique représente la phase culminante de l'évolution de *Gastrodes* à l'intérieur de la Salpe. Son sort ultérieur est inconnu. Or j'ai eu la chance de faire à ce sujet quelques observations qui me semblent avoir une importance considérable, surtout comme point de départ pour des études plus approfondies de mes successeurs. Après avoir libéré, sous la loupe, un gros *Gastrodes komai*, j'ai réussi à l'observer à l'état vivant pendant trois jours et j'ai pu constater que ce *Gastrodes* hémisphérique mis en liberté subit une série de transformations très intéressantes. Il tombe au fond de la cuvette, s'aplatit et rejette ses côtes méridiennes, qui tombent en bloc. La partie orale de son corps s'élargit considérablement, s'étale sur le substratum et se transforme en un large disque de reptation, qui finit par se subdiviser en quatre lobes. Dans chacun de ces lobes pénètre une paire des extrémités dilatées des canaux méridiens du système gastrovasculaire. La partie aborale du corps s'élève en dôme sur la face orale. Elle conserve son statocyste, mais les rudiments des tentacules disparaissent complètement. Je n'ai pas pu trouver non plus les cellules génitales dans l'épithélium ventral. N'ayant pas réussi à élever cette phase libre de *Gastrodes* plus de

trois jours, je n'ai pu, ni élucider son sort ultérieur, ni observer sa reproduction.

En résumé, tout me porte à croire que le stade libre de *Gastrodes*, que j'ai observé dans les conditions artificielles d'une expérience, doit exister comme stade normal de son évolution et s'intercale, dans le cycle évolutif, comme la phase sexuelle véritable. Il est fort probable que c'est aux dépens des cellules génitales de cette génération libre que se développent les remarquables larves planuliformes, observées par *Komaï*. Ces larves, en pénétrant dans la Salpe, y donnent la génération parasite, si bien étudiée par le naturaliste japonais.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'insuline sur la glycogénolyse musculaire chez le chien.* Note de MM. **Michel Polonovski**, **Gaston Bizard** et **Henri Warenbourg**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

Bien que le rôle de l'insuline dans le métabolisme du glucose soit connu depuis plus de vingt ans, le lieu et le mode d'action de cette hormone ne sont pas encore déterminés exactement. La question de savoir notamment si l'insuline a une action périphérique sur la dégradation glucidique, par exemple dans un membre, a suscité de nombreux travaux sans qu'aucune conclusion précise put en être déduite. Nous-mêmes, dans une série de recherches antérieures, après avoir montré l'insuffisance des techniques jusqu'alors utilisées, comme le garottage du membre, ou même la ligature des vaisseaux iliaques (qui n'arrivent pas à exclure entièrement le territoire considéré de la circulation générale), avons proposé chez le chien la désarticulation totale du membre inférieur, en ne laissant intact que le nerf sciatique, l'artère et la veine fémorale. Nous pouvions alors à volonté interrompre totalement la circulation sanguine en liant ces deux vaisseaux. C'est ainsi que nous avons établi que la stase seule provoque un abaissement de la glycémie (de 15 à 30 pour 100 en 45 minutes) et que l'injection de 40 à 60 unités d'insuline dans l'artère fémorale [1] détermine après

---

[1] Pour répartir l'hormone pancréatique dans tout le membre, on laisse passer dans l'artère une ou deux ondées sanguines après l'injection de l'insuline avant d'interrompre la circulation par ligature des deux vaisseaux.

45 minutes une hypoglycémie bien supérieure à celle qu'on peut attendre de la stase seule, mais au bout du premier quart d'heure, on observe au contraire une hyperglycémie, de présence et d'importance variable avec la marque d'insuline utilisée. Cette augmentation de la glycémie est encore plus nette lorsqu'on fait travailler la patte par excitation du sciatique.

Pour mieux étudier cette phase hyperglycémique, que l'hypoglycémie secondaire masque plus ou moins rapidement et plus ou moins complètement, nous avons fait précéder l'injection d'insuline de l'introduction, dans tout le système circulatoire de la patte, de 20 à 50$^{cm^3}$ d'une solution de FNa à 4 pour 100, qui inhibe toute glycolyse. *L'hyperglycémie postinsulinique est alors constante* et atteint en 15 minutes jusqu'à 300 pour 100 du taux initial. Elle s'abaisse ensuite légèrement, tout en restant très supérieure à la glycémie du début.

On provoque une hyperglycémie considérablement plus forte encore, en adjoignant à la solution de FNa un mélange de phosphates alcalins tamponnés à pH 7,32.

En même temps que la glycémie nous avons mesuré les variations de l'indice chromique résiduel (I. C. R.) du déféquat tungstique du plasma. La stase seule ne l'augmente que de façon discrète. Mais l'insuline en provoque une augmentation de 100 pour 100, en 15 minutes; en présence de FNa cet accroissement est encore deux ou trois fois plus fort et même quintuple dans le cas d'un mélange de FNa et de phosphates.

Le tableau suivant indique, pour chaque cas, la moyenne de six expériences :

	Glycémie et I. C. R.					
	initial.		15 min. après.		45 min. après.	
Stase	1,17	0,36	0,73	0,50	0,68	0,16
Stase + insuline	1,35	0,59	**1,80**	**1,10**	0,73	1,40
Stase + FNa	1,31	0,63	1,10	0,66	1;14	1,10
Stase + FNa + insuline	1,22	0,60	**2,69**	**1,90**	1,82	1,73
Stase + FNa + phosphates + insuline	1,19	0,70	**4,13**	**3,51**	2,74	1,94

L'hyperglycémie postinsulinique, qu'accroît encore l'enrichissement du milieu en phosphates, et qui s'accompagne d'une augmentation si considérable de l'indice chromique résiduel, ne peut trouver d'explication que

dans la glycogénolyse musculaire, sous l'influence de l'insuline, par une activation de la phosphorylation des glucides.

A $15^h 20^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 22 mars 1937.)

Note de M. *Jacques de Lapparent*, Sur les kaolinites activables :

Page 938, ligne 20, rectifier la formule de la façon suivante :

$$(OH)^4 . Al^{2-x} . Si^2 O^{5-3x} (OH)^{3x}.$$